

振動障害におけるレイノー現象の診断のための客観的検査法

鳥取大学医学部医学科健康政策医学分野 (主任 黒沢洋一)

黒 沢 洋 一

Objective tests for diagnosis of vibration-induced white finger

Youichi KUROZAWA

*Division of Health Administration and Promotion, Department of Social Medicine,
Faculty of Medicine, Tottori University. Nishicho 86 Yonago 683-8503*

ABSTRACT

Vibration-induced white finger (VWF), is predominant symptom of vibration syndrome. The assessment of VWF is mainly based on anamnestic informations. For the diagnosis and compensation for patients with VWF, objective tests are needed to confirm a patient's history of its occurrence. The aim of this review is to overview the objective tests for diagnosis of VWF. The method generally used for the evaluation of VWF in Japan is to measure skin temperature of fingers of the hand immersed up to the wrist in cold water at 5°C or 10°C. Several unfavorable symptoms during the test were reported. The cold water immersion test at 12°C for 5min has been proposed by International Organization for Standardization (ISO). Finger systolic blood pressure (FSBP) measurement during finger cooling has been known as a method of diagnosis of VWF with reasonable levels of sensitivity and specificity. The test results depend on cold provocation procedure including finger cooling, body cooling and room temperature. The FSBP test is suggested to be more available in determining the presence of VWF than the cold water immersion test. The international standard of the FSBP test by ISO is significant for the diagnosis, treatment and compensation of VWF. (Accepted on March 2, 2007)

Key words : Finger skin temperature, Finger systolic blood pressure,
Vibration-induced white finger, Vibration syndrome

はじめに

振動障害とは、チェーンソー、グラインダー、さく岩機等の手持ち振動工具を長期間使用することによって生じる障害をいう。振動障害は上肢の末梢循環障害、末梢神経障害、筋骨格系の障害またはそれらの複合した障害である。この中で最も

特徴的な症状は、寒冷時の手指の冷え、しびれ、指の蒼白発作、つまりレイノー現象 (図1)からなる末梢循環障害である。振動障害によるレイノー現象はvibration-induced white finger (VWF)、「白ろう病」などと呼ばれる。日本では1960年代、山林伐採のチェーンソー作業者に「白ろう病」が多発し、それをマスコミが取り上げてから振動障



図1 振動障害におけるレイノー現象

表1 振動障害の末梢循環障害に関するストックホルム症度分類

Stage	程度	徴候
0	なし	レイノー現象なし
I	軽度	1指又はそれ以上の指の先端にときどきレイノー現象がみられる
II	中等度	1指又はそれ以上の指の末節または中節（稀に基節）にときどきレイノー現象がみられる
III	高度	ほとんどの指のすべての節にわたりレイノー現象がしばしばみられる
IV	非常に高度	ステージ3に加えて指先端の皮膚に栄養障害がみられる

害への社会的関心がたかまった。対策として、衛生教育の普及、振動工具の改良による振動レベルの低減、使用時間規制などが行われ、レイノー現象を主訴とする振動障害の発生は減少傾向にある¹⁾。しかし、減少したとはいえ、2004年の振動障害に係わる認定件数は400件以上であり現在もなお発生の多い職業性疾患のひとつである。欧州においても、わが国と同様に振動障害は職業性疾患として大きな課題である。例えば、英国では近年12万人の炭坑夫による振動障害の労災補償の訴えがあり、個々の振動障害の評価に膨大な予算と時間を費やした²⁾。

振動障害の診断は上肢の末梢循環障害、末梢神経障害、筋骨格系の障害のそれぞれについて行うが、末梢循環障害の評価の重要なポイントはレイノー現象の有無の確認である。レイノー現象を有しない末梢循環障害も当然ある。自覚症状としては、冷えやしびれなどであるが、その評価は極めて困難である。表1に国際的な振動障害の症度分類であるストックホルム症度分類³⁾を示したが、

これをみてもわかるように、レイノー現象を主体に振動障害の末梢循環障害を評価する考え方が一般的である。レイノー現象の有無の判断は医師によるレイノー現象の視認またはカラー写真による確認ができれば問題はないが、実際に医師が視認できる場合は稀であり、写真の偽造も可能なため、一般的には自覚症状や職歴の詳細な問診に客観的な検査を補助診断として加えて判断される。振動障害の早期発見・治療、そして職業病の認定、労災補償を考えると、診断精度の高い客観的検査方法が重要となる。このため振動障害の客観的検査法、診断方法が課題となっていた。産業衛生の先進国のひとつである英国では、有効な診断法がないことを理由に最近まで振動障害が労災補償の対象外とされていた⁴⁾。その後振動障害の客観的検査法、診断方法の研究も進み、これまでの研究結果に基づいて2005年にはISOにより振動障害における末梢循環障害の評価に関する検査方法として冷水負荷皮膚温測定 (ISO 14835-1)⁵⁾と手指冷却後の手指血圧測定 (ISO 14835-2)⁶⁾が国際的に標

準化された。これは、振動障害の診断方法における大きな前進となった。このような状況を踏まえて振動障害におけるレイノー現象の診断と客観的検査法に関する最近の研究の動向について述べる。

1. 振動障害におけるレイノー現象とその機序

レイノー現象は、四肢の末端における細動脈の発作的収縮により生ずる皮膚の色調の変化、すなわち、蒼白、発赤、チアノーゼからなる色調の変化それに伴うしびれ感などを含めた症状であり、初めて報告したフランスの医師Maurice Raynaudの名に由来する。原因疾患や要因の不明の一次レイノー現象（レイノー病）と膠原病や動脈閉塞性疾患、振動障害などのように明らかな原因によるものを二次性レイノー現象という。振動障害患者のレイノー現象では、寒冷、特に全身的な冷却を誘因として示指、中指、環指、または小指の末節から中節、さらには基節にかけて境界が比較的明瞭に蒼白発作が発現する。基本的には寒冷曝露により生じ、その頻度は、冬期に毎日生じるといふ頻繁なものから年に1～2回の程度に至るものまで種々である。回復過程で、痛み、しびれを覚える。振動を強く曝露された指ほど頻繁にみられ、左右差、指間差がみられる。一般に母指にはみられない。膠原病や動脈閉塞性疾患でみられるような指先の壊死や潰瘍を生じることほとんどない。

振動障害におけるレイノー現象の機序についてはまだ明確になっていない。振動障害では、振動の物理的的刺激より末梢血管の器質的变化が生じる。振動曝露により血管内皮の障害、血管の平滑筋の肥厚、血管内腔の狭小化が生じることが動物実験により示されている⁷⁾。イオントホレーシス法を用いたメタコリンとニトロプルセニドを振動障害患者の指の皮膚血管に注入した実験⁸⁾では、メタコリンに対する反応がコントロールと比較してレイノー現象のある振動障害患者で弱く、ニトロプルセニドではその傾向がなかった。メタコリンとニトロプルセニドはともに血管拡張を示すが、メタコリンは血管内皮に作用して一酸化窒素(NO)を放出し、ニトロプルセニドは直接NOとして、またはプロスタグランジンを刺激して血管を拡張させる。これらのことから、振動障害者では振動曝露により血管内皮が障害され血管拡張反応が低下していると推測されている。現在のところ、振動障害のレイノー現象の発生機序

には、手指の内皮の障害や平滑筋肥厚を主体にした血管壁の器質的变化や血液粘度の上昇、血小板の凝集能の亢進、さらに交感神経反射の亢進や受容体の機能的変化などの多因子が関与すると考えられている。

2. 振動障害におけるレイノー現象の診断

振動障害の末梢循環障害の診断には職歴および振動曝露歴や自覚症状などの注意深い問診が必要である。自覚症状では、図1に示したレイノー現象の実際の写真を示しながら問診を行うとより有効である。それに加えて、従来、振動障害における末梢循環障害に対する検査として5℃または10℃の冷水負荷の皮膚温測定が行われている⁹⁻¹¹⁾。これは、手を冷水中に手首まで10分間浸漬し、浸漬前、浸漬中、浸漬後の指の皮膚温を測定するものである。評価には皮膚温の浸漬前の皮膚温に対する浸漬5分後、10分後の回復率を用いる。しかし、この検査方法はレイノー現象の有無を見るものではない⁹⁾。また、皮膚温の測定は環境温度の影響を受けやすく測定条件を厳密に行わないと解釈が困難なことが多い。さらに、冷水浸漬時の手の疼痛や不快感を訴える被験者が多いことも問題である¹¹⁾。冷水負荷の皮膚温測定は、世界的にも広く行われている検査であるが、その負荷条件はさまざまである¹²⁾。英国では、15℃の冷水に5分間浸漬その後の皮膚温度の回復を調べる方法が用いられている¹³⁾。ISOは、12℃の冷水に5分間浸漬しその後の皮膚温度の回復を調べる方法を勧告した⁵⁾。現在わが国ではこの条件での測定結果がないため、この測定条件での有効性の検討を行っているところである。

サーモグラフィーや冷風負荷皮膚温度試験、爪圧迫テスト、指尖脈波テストなども用いられるが、レイノー現象の有無を判断するものではなく、冷水負荷の皮膚温測定と組みあわせて行う補助診断のひとつとして用いられる。

1970年代にNielsenら¹⁴⁾は、strain-gauge plethysmographyを用いた手指冷却後の手指血圧測定を行い、一次レイノー現象の患者の診断に極めて有効であることを報告した。図2に示したように血流を遮断しながら冷却用のカフを用いて加圧しながら手指を冷却し、5分間の冷却後カフの圧を徐々に下げて、strain-gaugeが血流再開による指の容積変化を感知しはじめる最大圧をFSBP

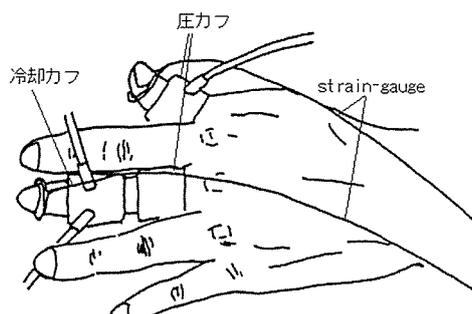


図2 手指冷却後の手指血圧測定法 strain-gauge とカフの装着

表2 手指冷却後の手指血圧測定を用いた振動障害におけるレイノー現象の診断の有効性に関する報告

著者	発表年	対象者	手指冷却	全身冷却	環境温度	カットオフ値	敏感度	特異度
Olsen and Nielsen ¹⁵⁾	1979	20対照 5曝露対照 13VWF患者	10℃ 6℃	8-12℃ 10分間	15-19℃	FSBP=0	100	87
Olsen 他 ¹⁶⁾	1982	20対照 26曝露対照 13VWF患者	10℃ 6℃	8-12℃ 10分間	16-19℃ 9-16℃	FSBP=0	91	81
Ekenval and Lindblad ¹⁷⁾	1986	14対照 15曝露対照 111VWF患者	15℃ 10℃		16℃	FSBP% < 60%	74	97
Bovenzi ¹⁸⁾	1988	30対照 56曝露対照 20VWF患者	10℃		22℃	FSBP% < 60%	100	87
Olsen ¹⁹⁾	1988	15対照 56曝露対照 23VWF患者	15℃ 6℃	8-12℃ 10分間	20-22℃	FSBP=0	87	100
Kurozawa 他 ²⁰⁾	1991	22対照 40曝露対照 60VWF患者	10℃	10℃ 10分間	26℃	FSBP% < 90%	82	90
Kurozawa 他 ²¹⁾	1992	13対照 40曝露対照 59VWF患者	10℃		26℃	FSBP% < 80%	88	77
Bovenzi ²²⁾	1993	31対照 46曝露対照 19VWF患者	15℃ 10℃		22-23℃	FSBP% < 60%	84	98
Bovenzi ²³⁾	2002	455対照 723曝露対照 151VWF患者	10℃		20℃-23℃	FSBP% < 60%	87	94
Poole 他 ²⁴⁾	2004	24対照 24VWF患者	15℃ 10℃		20℃-24℃	FSBP% < 75%	61	80

(finger systolic blood pressure)として測定した。これを35℃と10℃で行い、35℃でのFSBPに対する10℃でのFSBPの百分率FSBP%を求めた。レイノー現象のある患者では冷却負荷に対して過剰に血管が収縮し血流が著しく低下し、そのため手指血圧が低下し、FSBP%低値を示す。Olsenら¹⁵⁾は、振動障害患者のレイノー現象の診断にこの方法を用いて、敏感度および特異度が高いことを示した。表2はこれまでの手指冷却後の手指血

圧測定を用いた振動障害によるレイノー現象の診断に関する主な報告をまとめたものである¹⁵⁻²⁴⁾。2004年のPooleら²⁴⁾の報告以外は手指冷却後の手指血圧測定は敏感度および特異度が比較的高いことが示された。尚、Pooleら²⁴⁾の報告では、他の報告で用いた使用機器と異なり、カフの形状や装着法、strain-gaugeの装着法が若干異なる。Olsenら¹⁵⁾は手指冷却のみならずwater blanketを用いて全身冷却を行い、冷却負荷を強くしている。

表3 手指冷却後の手指血圧測定法の測定条件 (ISO 14835-2)

測定時期	冬期
測定時刻	9:00-18:00
被験者	食事後1時間から4時間 喫煙, カフェイン飲料摂取後3時間 アルコール摂取, 血管作動性薬物使用後12時間
衣服	室内軽装 (0.7-0.8 clo)
順応	入室後30分
環境温度	21℃±1℃
測定位	座位または仰臥位
測定指	全指またはもっとも症状の強い指
手指冷却	15℃ と 10℃ (閉塞用カフを用いてもよい) 対照温度は30℃ または35℃
冷却時間	5 分間
センサー	Strain-gauge plethysmography または photoplethysmography または laser-Doppler flowmetry
全身冷却	必要があれば全身冷却を併用

これまでの報告^{15, 16, 19, 20)}をみると一般に全身冷却を併用すると診断の有効性はよい。しかし、全身冷却は患者に冷感、苦痛を与えるので、全身冷却を用いない方法が主流となり始めている。環境温(室温)もFSBP%値に影響をあたえる。これまで、さまざまな環境温で測定されており、一般に環境温が低いほど全身冷却と同様の効果があり診断の有効性も向上すると考えられる。当然ながら、環境温が低いと被験者に冷感などの不快感を与える。手指の冷却負荷温度として6℃から15℃まであるが、6℃では指の疼痛が生じるため、10℃または15℃が一般的となっている。

指の血圧の感知としてstrain-gauge法が用いられているが、レイノー現象のみられる患者では血流再開の感知が困難で、FSBP値の決定に支障をきたす場合がある。そのため、Kurozawa²¹⁾らはlaser-Doppler法を併用すると有効であることを報告している。

カットオフ値に関しては、Olsenら^{15, 16, 19)}はFSBP% = 0%をレイノー現象ありの基準としている。国際的にもFSBP% = 0%はレイノー現象が誘発されていると考えられている。一方、Bovenzi^{18, 22, 23)}やEkenvalら¹⁷⁾は、FSBP%値60%、Kurozawaら²¹⁾は80%をカットオフ値とし

ている。この違いは全身冷却の併用や環境温の違いと関連する。カットオフ値0%に設定する場合、指と全身の寒冷負荷の併用が必要となる。最近では、患者への負担を軽くするため、全身冷却を用いない方法が主流となっているので、FSBP%値の正常値を60%以上に設定するのが実際的である。振動障害患者の初回の評価のみ全身冷却を併用して、FSBP%が0%を示すかどうかを確認し、follow-upとして全身冷却を併用せずにFSBP%を測定する方法も考えられる。

上記に述べた研究結果に基づいて2005年にISOはMechanical vibration and shock-Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function-part 2 Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure (ISO 14835-2, 2005)⁶⁾としてこの方法の測定条件の標準化が行われた。その概略を表3に示した²⁵⁾。わが国ではこの方法が導入されている施設は数箇所と多くはないが、今後普及していくものと考えられる。

尚、冷水負荷による皮膚温測定と手指冷却後の手指血圧測定の診断の有効性を同じ対象者で比較した研究もある。わが国のNasuら²⁶⁾によれば、5℃の10分間の冷水浸漬後の皮膚温回復率によるレイノー現象の診断に関する敏感度、特異度はそれ

それ50.0% 69.8%であり、FSBP%ではそれぞれ88.2%, 76.8%であったと報告している。英国のPooleら²⁵⁾は、15℃の5分間の冷水浸漬後の皮膚温回復率はレイノー現象の診断に有効でなかったと述べ、それに比較してFSBP%はより有効であるが、従来の報告に比較して敏感度が低かったと報告している。

振動障害におけるレイノー現象の鑑別診断は、動脈閉塞性の疾患、膠原病との鑑別が重要である。動脈閉塞性の疾患との鑑別は、超音波法や血流血管造影などによる四肢動脈の閉塞、狭窄の有無、膠原病との鑑別は随伴症状や免疫血清学的異常がないことなどより行う。振動障害によるレイノー現象の診断は職業歴、作業歴と自覚症状などの注意深い問診と上記で述べた客観的診断法を組み合わせ、さらに鑑別診断を行うことにより比較的容易に診断できるが、長期の経過を観て判断する必要があるケースもある。

3. 振動障害におけるレイノー現象の治療

振動障害のレイノー現象の治療の基本は、振動工具の使用を中止することである。振動工具の使用中止によって多くの振動曝露者のレイノー現象の頻度の減少または消失がみられる。振動工具使用以外の作業は通常どおり行ってさしつかえないし、そうすることが回復を促進する。寒冷曝露を避けることや禁煙も大切である。

他に、温熱療法（ホットパック、パラフィン浴、運動浴）を中心とした理学療法と薬物療法がある。薬物療法は、血管拡張剤が用いられる。レイノー現象が頻発する場合にはCa拮抗剤が処方される²⁷⁾。重症例では、プロスタグランジンE₁が有効なこともある²⁷⁾。血管拡張薬では、立ちくらみや頭痛などの副作用がみられるので、注意が必要である。

予防的処置としてできるだけ低振動レベルの工具を使用すべきであり、工具のメンテナンスにも配慮すべきである。使用時間の規制（チェーンソーでは1日2時間以内が望ましい）や1回の連続使用時間を短くすることなど、労働条件を整備することも重要である。防寒、保温のための施設の充実や安全衛生教育の徹底も望まれる。

4. 振動障害におけるレイノー現象の予後

Bovenziら²⁸⁾は、振動障害患者を5年間経過観

察し、振動工具の使用中止により末梢循環障害は改善傾向にあり、FSBP%も改善傾向を示したと報告している。Ogasawaraら²⁹⁾は、6年間の観察により、ストックホルム症度分類Stage 1の患者(n=33)で6年後レイノー現象が見られなかったのは、45.5% (n=15)であったが、Stage2の患者(n=109)では、31.2% (n=34)、Stage3以上の患者(n=35)では、17.1% (n=6)であり、ストックホルム分類の重症度が進むとレイノー現象の完全治癒は困難であると報告している。長期間の観察を行ったKurozawaら³⁰⁾の研究では、初回受診時Stage2の患者(n=37)で15年後Stage0になったのは、56.7% (n=21)であったが、Stage3以上の患者(n=27)で15年後Stage0になったのは、29.6% (n=8)であった。長期間の観察によってもストックホルム分類の重症度が進むとレイノー現象の完全治癒は困難であることがわかった。レイノー現象発作の完全回復という観点からみると経過が良いとは言えない。その意味でも、振動障害の予防対策つまり、振動工具における振動の低減化、客観的検査方法による振動障害の早期発見・進行の防止が重要であるといえる。

稿を終えるにあたり、研究のご指導をいただいた、那須吉郎山陰労災病院振動障害研究センター長、能勢隆之前教授（現鳥取大学学長）に深謝いたします。

文 献

- 1) Futatsuka M, Ueno T. A follow-up study of vibration-induced white finger due to chain-saw operation. *Scand J Work Environ Health* 1986; 12: 304-306.
- 2) Pelmeur PL. The clinical assessment of hand-arm vibration syndrome. *Occup Med* 2003; 53: 337-341.
- 3) Gemne G, Pyykko I, Taylor W, Pelmeur PL. The Stockholm workshop scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of Taylor-Pelmeur scale). *Scand J Work Environ Health* 1987; 13: 275-278.
- 4) Tayler W. Hand-arm vibration syndrome: a new clinical classification and an updated British standard guide for hand transmitted

- vibration. *Br J Ind Med* 1988; 42: 281-282.
- 5) International Organization for Standardization. Mechanical vibration and shock -Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function- Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature. ISO, 14835-1, 2005.
 - 6) International Organization for Standardization. Mechanical vibration and shock -Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function- Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure ISO, 14835-2, 2005.
 - 7) Okada A, Inaba R, Furuno T. Occurrence of intimal thickening of the peripheral arteries in response to local vibration. *Br J Ind Med* 1987; 42: 470-475.
 - 8) Gemne G. Pathology of white fingers in workers using hand-held vibrating tools. *Nagoya J Med Sci* 1994; 57(suppl): 87-97.
 - 9) 岩田弘敏. 振動工具使用に伴って生ずるレイノー現象と皮膚温との関係. *産業医学* 1969; 10: 119-123.
 - 10) Chang C. Cold water immersion test in patients with vibration disease. *Jpn J Ind Health* 1976; 18: 453-463.
 - 11) 榊原久孝, 宮尾克, 金田誠一, 小林章雄, 中川武夫, 山田信也. 振動障害検診の冷水浸漬法について-5℃浸漬法と10℃浸漬法の比較. *産業医学* 1982; 24: 672-686.
 - 12) 原田規章, 中本稔, 高橋精一郎, 涌井忠昭, 城野世津子. 振動障害における冷却負荷検査の国際標準化について. *産業医学* 2001; 43: 401.
 - 13) Mason HJ, Poole K, Saxton J. A critique of a UK standardized test of finger rewarming after cold provocation in the diagnosis and staging of hand-arm vibration syndrome. *Int Arch Occup Environ Health* 2003; 53: 325-330.
 - 14) Nielsen SL. Raynaud phenomena and finger systolic pressure during cooling. *Scand J Clin Lab Invest* 1978; 38: 765-770.
 - 15) Olsen N, Nielsen SL. Diagnosis of Raynaud's phenomenon in quarrymen's traumatic vasospastic disease. *Scand J Work Environ Health* 1975; 5: 249-256.
 - 16) Olsen N, Nielsen SL, Voss P. Cold response of digital arteries in chain saw operators. *Br J Ind Med* 1982; 38: 82-88.
 - 17) Ekenvall L, Lindblad LE. Vibration white finger and digital systolic pressure during cooling. *Br J Ind Med* 1986; 43: 280-283
 - 18) Bovenzi M. Vibration white finger, digital systolic blood pressure, and some biochemical findings on workers operating vibrating tools in the engine manufacturing industry. *Am J Ind Health* 1988; 14: 575-584.
 - 19) Olsen, N. Diagnostic test in Raynaud's phenomena in workers exposed to vibration: a comparative study. *Br J Ind Med* 1988; 45: 426-430.
 - 20) Kurozawa Y, Nasu Y, Nose T. Diagnostic value of finger systolic blood pressure in the assessment of vasospastic reactions in the finger skin of vibration-exposed subjects after finger and body cooling. *Scand J Work Environ Health* 1991; 17: 184-189.
 - 21) Kurozawa Y, Nasu Y, Oshiro H. Finger systolic blood pressure measurement after finger cooling. Using the Laser-Doppler method for assessing vibration-induced white finger. *J Occup Med* 1992; 34: 683-686.
 - 22) Bovenzi M. Digital arterial responsiveness to cold in healthy men, vibration white finger and primary Raynaud's phenomenon. *Scand J Work Environ Health* 1993; 19: 271-276.
 - 23) Bovenzi M. Finger systolic blood pressure indices for the diagnosis of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 20-28.
 - 24) Poole K, Elms J, Mason HJ. The diagnostic value of finger systolic blood pressure and cold-provocation testing for the vascular component of hand-arm vibration syndrome in health surveillance. *Occup Med* 2004; 54: 520-527.
 - 25) Kurozawa Y, Nasu Y. Factors influencing finger systolic blood pressure test for diag-

- nosis of vibration-induced white finger. *Environ Health Prev Med* 2005; 10: 366-370.
- 26) Nasu Y, Kurozawa Y. Comparison of the diagnostic values of three kinds of provocation tests for vibration white finger. Stockholm Work Shop 94 Hand-Arm Vibration Syndrome: Diagnostics and Quantitative Relationship to Exposure. Proceedings. edited by Gemne G. et al. *Arbete Och Hälsa* 1995; 5: 109-116.
- 27) 黒沢洋一. 振動障害 今日の治療指針2003年版, 山口 徹, 北原光夫編. 東京. 医学書院, 2003. p. 679.
- 28) Bovenzi M, Alessandrini B, Mancini R. A prospective study of the cold response of digital vessels in forestry workers exposed to saw vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71: 493-498.
- 29) Ogasawara C, Sakakibara H, Kondo T, Miyao M, Yamada S, Toyoshima H. Longitudinal study of on factors related to the course of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 71: 493-498.
- 30) Kurozawa Y, Nasu Y, Hosoda T, Nose T. Long-term follow-up study on patients with vibration-induced white finger (VWF). *J Occup Environ Med* 2002; 44: 1203-1206.